

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-249434

(43)公開日 平成4年(1992)9月4日

(51)Int.Cl.\*

識別記号

内郵便番号

F I

技術表示箇所

H 04 B 9/00  
G 02 F 1/01  
2/00

L 8426-5K  
Z 8106-2K  
7246-2K

審査請求 未請求 検索項目の数 5 (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平3-15364

(71)出願人

000127682  
株式会社エイ・ティ・アール光電波通信研究所  
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5  
番地

(22)出願日

平成3年(1991)2月6日

(72)発明者

野原 光夫  
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5  
番地 株式会社エイ・ティ・アール光電波  
通信研究所内

(74)代理人

弁理士 青山 茂 (外1名)

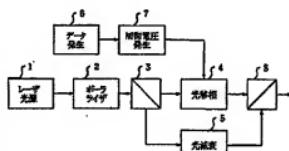
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 傾角変調器

(57)【要約】

【目的】 従来例に比較し高速で動作することができるとともに、従来例に比較しより低い駆動電圧で動作可能である、円偏波の光信号を用いて信号伝送を行なうことができる傾角変調器を提供する。

【構成】 直線偏光の信号光を第1と第2の信号光に2分光し、上記分光された第1の信号光を入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させ、上記移相された第1の信号光と上記分光された第2の信号光と、上記第1と第2の信号光の偏振面が互いに直交するように合成し上記合成した信号光を出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直線偏波の信号光を第1と第2の信号光に2分配する分配手段と、上記分配手段によって分配された第1の信号光を入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させる移相手段と、上記移相手段によって移相された第1の信号光と上記分配手段によって分配された第1の信号光と上記分配手段によって分配された第1の信号光と、上記第1と第2の信号光の偏波面が互いに直交するように合成し上記合成した信号光を出力する合成手段とを備えたことを特徴とする偏向変調器。

【請求項2】 上記移相手段に入力される信号は2倍信号であり、上記移相手段は上記第1の信号光を上記2倍信号に応じて+π/2又は-π/2の移相量だけ移相させ、上記合成手段から円偏波の上記合成した信号光を出力することを特徴とする請求項1記載の偏向変調器。

【請求項3】 上記移相手段に入力される信号は2倍信号であり、上記移相手段は上記第1の信号光を上記2倍信号に応じて+又は0の移相量だけ移相させ、上記合成手段から直線偏波の上記合成した信号光を出力することを特徴とする請求項1記載の偏向変調器。

【請求項4】 直線偏波の信号光を第1と第2の信号光に2分配する分配手段と、上記分配手段によって分配された第1の信号光を入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させる第1の移相手段と、上記分配手段によって分配された第2の信号光を上記入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させる第2の移相手段と、上記第1の移相手段によって移相された第1の信号光と上記第2の移相手段によって移相された第2の信号光と、上記第1と第2の信号光の偏波面が互いに直交するように合成し上記合成した信号光を出力する合成手段とを備えたことを特徴とする偏向変調器。

【請求項5】 上記第1と第2の移相手段に入力される信号は2倍信号であり、上記第2の移相手段は上記第1の信号光を上記2倍信号に応じて+π/4又は-π/4の移相量だけ移相させ、上記第2の移相手段に入じて-π/4又は+π/4の移相量だけ移相させ、上記合成手段から円偏波の上記合成した信号光を出力することを特徴とする請求項4記載の偏向変調器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばレーザ光を伝送波信号として用いる光通信システムに適用できる偏向変調器に関する。

## 【0 0 0 2】

【従来の技術】 偏向変調は、空間におけるコヒーレントなレーザ伝送を実現するための1つの手段として注目されており、これまでにその原理及び実験例が多く報告されている。(例えば、無野ほか「位相偏光不感性を有する偏光変調/コヒーレント検出方式について」第11

回情報理論とその応用シンポジウム予稿集、1988年12月、並びに無野ほか「偏向変調/ヘテロダイン検波方式の位相偏光除去効果」電子情報通信学会技術報告、SANE 89-48、1989年1月参照。)

【0 0 0 3】 図7は、上記の文献において開示されたパルク水晶電気光学偏光偏振用いた第1の従来例の偏光変調器の構造図である。

【0 0 0 4】 図7に示すように、レーザ光源1から出力される伝送レーザ光をポーラライザ2によって所定の偏光条件の倾斜を有する直線偏波のレーザ光に変換された後、バブル構造のA-D・P結晶を含む電気光学偏光偏向変調器30に入力される。一方、データ発生器6は送信

ID 10 びデータシグナルデータ信号を発生して制御電圧生成器7に出力し、これに応じて、制御電圧生成器7はデータシグナルデータ信号に応じて制御電圧を発生して偏光変調器30に印加する。偏光変調器30は、印加された制御電圧に応じてレーザ光に対して所定の円偏振の回転を行い、右左又は左旋の円偏振のレーザ光を出力する。すなわち、この第1の従来例においては、1個の偏光変調器20 20 30においてレーザ光に対して直角に偏光変調を行っていいる。

【0 0 0 5】 一方、南極型光導波路を用いた変調器等について、光ファイバ通信用外部変調器などの実現方法として近年盛んに研究開発が進められており、その構成原理は例えば小山ほか「光波電子工学」コロナ社、1978年版に示されている。この薄膜型光導波路は制御動作電圧の低減、及び変調器の高速化を達成するための手段として実現であるが、これまでのところ直線偏光に対してのみ実現されている。この直線偏光のモード変換については、直交した偏波面においてTE/TMモード変換を行なうビームを得るために構成が検討されている。その作動原理は例えば山崎ほか「Z輪長変化NbO<sub>3</sub>偏光干涉型光波散シフタ」報科学研究所、1987年3月に示されている。

【0 0 0 6】 さらに、2つの底交する偏波面からなる光ビームを作成し、その一方に入力信号に応じて変調を行なう偏波光とし、もう一方を無変調偏波光とし、これら偏波光と偏波光を合成して受信側に送信し、受信側では上記変調偏波光を用いて偏波光再生を行なう光コヒーレント方式が、特開昭59-5757号公報に開示されている。図8に、この光コヒーレント方式を用いた第2の従来例の偏光多重光伝送装置を示す。

【0 0 0 7】 図8に示すように、レーザ光源1の出力光を光分配器31で2方向に分岐し、往回周期レーザダイオード32と偏波面反射素子33とにそれぞれ入力させる。レーザダイオード32は光分配器31からの出力光により往回周期を経るとともに伝送信号変調回路34によって伝送信号を変調され、これによって、レーザダイオード32から出力される直線偏波の出力光が偏波光合成器35に入力される。一方、偏波面反射素子33

に入力したレーザ光源1の大部分の出力光はこの偏波面制御素子3によりその偏波面がレーザダイオード32の出力光の偏波面と互いに直交するように変換制御された後、偏波光合器35に入射して、上記のレーザダイオード32の出力光と合成される。そしてこの偏波光合器35から出力される合波出力光は、例えば伝送線路である光ファイバケーブルを介して中継点に送信される。すなわち、この第2の従来例の偏波多重光送信装置は、2つの光ビームの偏波面直交関係を利用して信号光と搬送光の多重化を行なうことを特徴としている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のパルケ型結晶を用いた第1の従来例の偏波変調器においては、偏波の回転方向を制御する制御バイアス電圧として±200V以上を印加することが必要であり、このため、当該偏波変調器に高い電圧を発生させる回路を設ける必要があるが、当該偏波変調器の回路が大型化するとともに、その消費電力が大きくなるという欠点があった。また、第1の従来例において用いる電気光学効果偏波変調器3のオフセット度は比較的遅く、現在実現されている当該変調器では偏波速度は数十Mbps程度である。

【0009】さらに、上述の第2の従来例の偏波多重光送信装置においては、2つの光ビームの偏波面直交関係を利用して信号光と搬送光の多重化を行なうことができるが、2つの光ビームを合成することによって偏波の回転を行い円偏波の光信号を用いて信号伝送を行なうこととはできない。

【0010】本発明の目的は以上の問題点を解決し、従来例に比較し高速で動作することができるとともに、従来例に比較しより低い制御電圧で動作可能であって、円偏波の光信号を用いて信号伝送を行なうことができる偏波変調器を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る請求項1記載の偏波変調器は、直線偏波の信号光を第1と第2の信号光に2分配する分配手段と、上記分配手段によって分配された第1の信号光を入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させる移相手段と、上記移相手段によって移相された第1の信号光と上記分配手段によって分配された第2の信号光とを、上記第1と第2の信号光の偏波面が互いに直交するように合成し上記合成した信号光を出力する。

【0012】また、請求項2記載の偏波変調器は、上記請求項1記載の偏波変調器において、上記分配手段に入力される信号を上記第2の信号光に応じて+π/2又は-π/2の移相量だけ移相させ、上記合成手段から円偏波の上記合成した信号光を出力することを特徴とする。

【0013】さらに、請求項3記載の偏波変調器は、上

記請求項1記載の偏波変調器において、上記移相手段に入力される信号は2倍信号であり、上記移相手段は上記第1の信号光を上記2倍信号に応じて+π又は0の移相量だけ移相させ、上記合成手段から直線偏波の上記合成した信号光を出力することを特徴とする。

【0014】またさらに、本発明に係る請求項4記載の偏波変調器は、直線偏波の信号光を第1と第2の信号光に2分配する分配手段と、上記分配手段によって分配された第3の信号光を入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させる第1の移相手段と、上記分配手段によって分配された第2の信号光を入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させる第2の移相手段と、上記第1の移相手段によって移相された第1の信号光と上記第2の移相手段によって移相された上記第2の信号光とを、上記第1と第2の信号光の偏波面が互いに直交するように合成し上記合成した信号光を出力することを特徴とする。

【0015】さらに、請求項5記載の偏波変調器は、上記請求項4記載の偏波変調器において、上記第1と第2の移相手段に入力される信号は2倍信号であり、上記第1の移相手段は上記第1の信号光を上記2倍信号に応じて+π/4又は-π/4の移相量だけ移相させ、上記第2の移相手段は上記第2の信号光を上記2倍信号に応じて+π/4又は-π/4の移相量だけ移相させ、上記第3の移相手段は上記第3の信号光を上記2倍信号に応じて+π/4又は-π/4の移相量だけ移相させ、上記合成手段から円偏波の上記合成した信号光を出力することを特徴とする。

【0016】

【作用】上述の請求項1記載の偏波変調器においては、上記分配手段は直線偏波の信号光を第1と第2の信号光に2分配した後、上記移相手段は上記分配手段によって分配された第1の信号光を入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させる。次いで、上記合成手段は、上記移相手段によって移相された第1の信号光と上記分配手段によって分配された第2の信号光とを、上記第1と第2の信号光の偏波面が互いに直交するように合成し上記合成した信号光を出力する。

【0017】上記請求項1記載の偏波変調器のように構成することによって、上記移相手段として例え球面型光学鏡面上に形成された光移相器を適用することができる。これによって、当該偏波変調器の動作速度を高速化することができるとともに、上記移相手段に印加する制御電圧を従来例に比較して低くすることができ、これによって、制御電圧発生部を含めた当該偏波変調器の全体の消費電力を大幅に低減せらるることができるとともに、制御電圧発生部を含めた当該偏波変調器の全体システムを小形化することができる。

【0018】上記請求項1記載の偏波変調器において、好ましくは、上記移相手段に入力される信号は2倍信号であり、上記移相手段は上記第1の信号光を上記2倍信号に応じて+π/2又は-π/2の移相量だけ移相させ

るとき、上記合成手段から円偏波の上記合成した信号光を出力することができる。

【0019】また、上記請求項1記載の偏向変調器において、好ましくは、上記移相手段に入力される信号は2信号であり、上記移相手段は上記第1の信号光を上記2信号に応じて $\pm\pi/2$ 又は0の移相量だけ移相させると、上記合成手段から直線偏波の上記合成した信号光を出力することができる。

【0020】またさらに、上述の請求項4記載の偏向変調器においては、上記分配手段は直線偏波の信号光を第1と第2の信号光に2分配した後、上記第1の移相手段は上記分配手段によって分配された第1の信号光を入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させ、一方、上記第2の移相手段は上記分配手段によって分配された第2の信号光を上記入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させ、次いで、上記合成手段は上記第1の移相手段によって移相された第1の信号光と上記第2の移相手段によって移相された第2の信号光とを、上記第1と第2の信号光の偏振面が互いに直交するように合成して上記合成した信号光を出力する。

【0021】上記請求項4記載の偏向変調器のように構成することによって、上記第1と第2の移相手段としてそれ程例示した薄膜型光変調器上に形成された光移相器を適用することができる。これによって、当該偏向変調器の動作速度を高速化することができるとともに、上記第1と第2の移相手段に印加する制御電圧を從来例に比較して低くすることができ、これによって、制御電圧発生器を含めた当該偏向変調器の全消費電力を大幅に低減させることができるとともに、制御電圧発生器を含めた当該偏向変調器の全システムを小形化することができる。

【0022】さらに、請求項5記載の偏向変調器において、好ましくは、上記第1と第2の移相手段に入力される信号は2信号であり、上記第1の移相手段は上記第1の信号光と上記第2の信号光に応じて $\pm\pi/2$ 又は0の移相量だけ移相させ、上記合成手段から円偏波の上記合成した信号光を出力することができる。

【0023】

【実施例】以下、図面を参照して本発明による実施例について説明する。

【0024】<第1の実施例>図1は、本発明に係る第1の実施例である偏向変調器の構成図である。図1において、図7及び図8と同様のものについては同一の符号を付している。

【0025】この第1の実施例の偏向変調器は、1つのレーザ光源1から出力されるレーザ光を直線偏波に変換した後、2つのレーザ光を分配し、分配された一方のレーザ光を伝送すべきデジタルデータ信号に応じた移相量

だけ移相させ、次いで、2つのレーザ光を偏振面が互いに直交するように合成することを特徴としている。

【0026】図1に示すように、送信用レーザ光源1から出力されるレーザ光はポーラライザ2によって直線偏波のレーザ光に変換された後、無偏向ビームスプリッタ3に入射する。無偏向ビームスプリッタ3は、入射したレーザ光を偏角するところなく2倍に分配し、一方のレーザ光を光移相器4に伝送することともに、他方のレーザ光を光減衰器5を介して偏向ビームスプリッタ8の第2の入射端に入射する。ここで、無偏向ビームスプリッタ3によって分配されたレーザ光をデータ発生器6によって発生されるデジタルデータ信号の情報を含ませたため、以下、上記分配された2つのレーザ光のうち、無偏向ビームスプリッタ3から光移相器4を介して偏向ビームスプリッタ8の第1の入射端に入射するレーザ光を第1の信号光といい、一方、無偏向ビームスプリッタ3から光減衰器5を介して偏向ビームスプリッタ8の第2の入射端に入射するレーザ光を第2の信号光という。

【0027】データ発生器6は、受信側に伝送すべきデジタルデータ信号を発生し、制御電圧発生器7に印出する。これに応答して、制御電圧発生器7は、入力されるデジタルデータ信号に応じて、入力される直線偏波の第1の信号光の位相を「表1」の「文部の直線偏波の信号光の相位置」の欄に記載の移相量 $[r \pi d]$ だけ移相させたための制御電圧を光移相器4に印加する。

【0028】

【実験】

デジタルデータ信号	1	0
X軸の直線偏波の 信号光の相位置	$+\pi/2$	$-\pi/2$
Y軸の直線偏波の 信号光の相位置	0	0
各信号光間の 位相差	$+\pi/2$	$-\pi/2$

【0029】このとき、光移相器4は、入力される第1の信号光の位相を上記移相量 $[r \pi d]$ だけ移相させた後、偏向ビームスプリッタ8の第1の入射端に入射する。ここで、光減衰器5は、無偏向ビームスプリッタ3によって分配された2つの第1と第2の信号光の各振幅が直線偏波スプリッタ8内の合波点において等しくなるよう所定の減衰量を有し、また、光移相器4の移相量が $\pi$ であるときに、無偏向ビームスプリッタ3の分波点から光移相器4を介して偏向ビームスプリッタ8の合波点までの光路長、無偏向ビームスプリッタ3の分波点から光減衰器5を介して偏向ビームスプリッタ8の合波点までの光路長が等しくなるよう規定される。

【0030】次いで、偏向ビームスプリッタ8の第1と

第2の入射端にそれぞれ入射した第1と第2の信号光は、各信号光の偏波面が直交するように合波された後、送信光として受信側に出力される。本実施例においては、既明の便宜上、偏向ビームスプリッタ8の第1の入射端を介してその合波点に入射する第1の信号光を、直交するX軸とY軸のうちのX軸に平行な偏波面を有する直偏波とし、一方、偏向ビームスプリッタ8の第2の入射端を介してその合波点に入射する第2の信号光を、上記Y軸に平行な偏波面を有する直線偏波としである。

【0031】以上のように構成された第1の実施例の偏向変調器において、伝送すべきデジタルデータ信号が1であるとき、無偏向ビームスプリッタ3から出力される第1の信号光が光移相器4によって+π/2だけ移相され、一方、無偏向ビームスプリッタ3から出力される第2の信号光が光移相器5によって所定の減量だけ減衰されるだけでその位相が移相されないので、偏向ビームスプリッタ8から出力される合波された送信光は、図9に示すように、光移相器4から偏向ビームスプリッタ8の出力端の断面に向かってすなわち伝播方向に向かって右側の方向で伝搬する直偏波の光信号となる。また、伝送すべきデジタルデータ信号が0であるとき、無偏向ビームスプリッタ3から出力される第1の信号光が光移相器4によって-π/2だけ移相され、一方、無偏向ビームスプリッタ3から出力される第2の信号光が光移相器5によって所定の減量だけ減衰されるだけでその位相が移相されないので、偏向ビームスプリッタ8から出力される合波された送信光は、図10に示すように、上記伝搬方向に向かって左回りの方向で回転する左旋の円偏波の光信号となる。

【0032】以上は第1の実施例において、第1の信号光の位相を伝送すべきデジタルデータ信号に応じて光移相器4によって「表1」に示す移相量だけ移相させていくが、本発明はこれに限らず、第1の信号光の位相を伝送すべきデジタルデータ信号に応じて光移相器4によって「表2」に示す移相量だけ移相させてよい。

【0033】  
【表2】

デジタルデータ信号	1	0
X軸の直線偏波の信号光の移相量	+π	0
Y軸の直線偏波の信号光の移相量	0	0
各信号光間の位相差	+π	0

【0034】この変形例において、伝送すべきデジタルデータ信号が0であるとき、偏向ビームスプリッタ8から出力される合波された送信光は、図11に示すよう

に、偏向ビームスプリッタ8の出力端の断面においてX軸から45°だけ左回りに回転された偏波面を有する直線偏波の光信号となる。一方、伝送すべきデジタルデータ信号が1であるとき、偏向ビームスプリッタ8から出力される合波された送信光は、図12に示すように、偏向ビームスプリッタ8の出力端の断面においてX軸から135°だけ左回りに回転された偏波面を有する直線偏波の光信号となる。この変形例における送信光を受信側で受信し、受信されたデジタルデータ信号を検波したためには、次の方式を用いればよい。

【0035】すなわち、受信側で上記直線偏波の光信号を受信し、直交する2つの偏波成分に分波した後、各偏波成分のうち一方の偏波成分のみを1/2波長板を通過させ、1/2波長板を通過した偏波成分と上記分波された他の方の偏波成分を合波し、上記合波された信号の振幅を検出することによって送信側で受信されたデジタルデータ信号を復調することができる。

【0036】<第2の実施例>図2は、本発明に係る第2の実施例である偏向変調器のブロック図であり、図1において、図2と同様のものについては同一の符号を付している。

【0037】この第2の実施例の偏向変調器は、第1の実施例に比較し、第1の実施例の光移相器5の代わりに光移相器4 bを備え、この光移相器4 bに制御電圧を印加する制御電圧発生器7 bをさらに備えたことを特徴としている。なお、第2の実施例において、第1の実施例の光移相器4に對応する光移相器の信号を4 aとし、第1の実施例の制御電圧発生器7に對応する光移相器の信号を7 aとしている。以下、第1の実施例との違点について詳細説述する。

【0038】図2に示すように、無偏向ビームスプリッタ3にによって分配された2つの信号光のうち、一方の信号光が光移相器4 aを介して偏向ビームスプリッタ8の第1の入射端に出入りされ、また、他方の信号光が光移相器4 bを介して偏向ビームスプリッタ8の第2の入射端に出入りされる。制御電圧発生器7 aは、入力されるデジタルデータ信号に応じて、入力される直線偏波の第1の信号光の位相を「表3」の「X軸の直線偏波の信号光の移相量」の欄に記載の移相量[r a d]だけ移相させるための制御電圧を光移相器4 aに印加し、一方、制御電圧発生器7 bは、入力されるデジタルデータ信号に応じて、入力される直線偏波の第2の信号光の位相を「表3」の「Y軸の直線偏波の信号光の移相量」の欄に記載の移相量[r a d]だけ移相させるための制御電圧を光移相器4 bに印加する。

【0039】  
【表3】

デジタルデータ信号	1	0
X軸の直線偏波の信号光の移相量	$+\pi/4$	$-\pi/4$
Y軸の直線偏波の信号光の移相量	$-\pi/4$	$+\pi/4$
各信号光間の位相差	$+\pi/2$	$-\pi/2$

[0040] このとき、光移相器4aは、入力される第1の信号光の位相を上記移相量 [rad] だけ移相させた後、偏光ビームスプリッタ8の第1の入射端に光出力する。偏光ビームスプリッタ8の第1の入射端に光出力された後、光移相器4bは、入力される第2の信号光の位相を上記移相量 [rad] だけ移相させた後、偏光ビームスプリッタ8の第2の入射端に光出力する。次いで、偏光ビームスプリッタ8の第1と第2の入射端に入射した第1と第2の信号光は、各信号光の偏光面が交叉するように合波された後、送信光として受信側に光出力される。ここで、各光移相器4a、4bの各移相量が0であるときに、無偏光ビームスプリッタ8の合波点から光移相器4aを介して偏光ビームスプリッタ8の合波点までの光路長と、無偏光ビームスプリッタ8の合波点から光移相器4bを介して偏光ビームスプリッタ8の合波点までの光路長とが等しくなるよう規定される。

[0041] 以上のように構成された第2の実施例の偏光変調器において、伝送すべきデジタルデータ信号が1であるとき、無偏光ビームスプリッタ8から光出力される第1の信号光が光移相器4aによって $+\pi/4$ だけ移相され、一方、無偏光ビームスプリッタ8から光出力される第2の信号光が光移相器4bによって $-\pi/4$ だけ移相されるので、偏光ビームスプリッタ8から光出力される合波された送信光は、図9に示すように、光移相器4aから偏光ビームスプリッタ8の光出力端に向かって左側の円偏波の光信号となる。また、伝送すべきデジタルデータ信号が0であるとき、無偏光ビームスプリッタ8から光出力される第1の信号光が光移相器4aによって $+\pi/4$ だけ移相され、一方、無偏光ビームスプリッタ8から光出力される第2の信号光が光移相器4bによって $+\pi/4$ だけ移相されるので、偏光ビームスプリッタ8から光出力される合波された送信光は、図10に示すように、光移相器4aから偏光ビームスプリッタ8の光出力端に向かって右側の円偏波の光信号となる。

[0042] <第3の実施例> 図3は、本発明に係る第3の実施例である偏光変調器のブロック図であり、図3において図1と同様のものについては同一の符号を付している。

[0043] この第3の実施例の偏光変調器は、第1の実施例と比較し、無偏光ビームスプリッタ3の代わりに

薄膜型光導波路10内の光分光器11を用い、光移相器4の代わりに薄膜型光導波路10内の光移相器12を用い、光減衰器5の代わりに薄膜型光導波路10内の光導波路13を用い、偏光ビームスプリッタ8の代わりに1/2波長板9と無偏光ビームスプリッタ8aを用いたことを特徴としている。以下、第1の実施例との相違点について詳細に説明する。

[0044] 図3に示すように、送信用レーザ光源1から出力されるレーザ光をポーラ化器2によって偏光偏波のレーザ光に変換された後、薄膜型光導波路10内の光分光器11に入射する。この薄膜型光導波路10は、光分光器11と、光移相器12と、光導波路13と、各回路要素を接続する光導波路を備える。光分光器11は入射したレーザ光を偏光することなく2波に分配し、一方のレーザ光を光移相器12を介して無偏光ビームスプリッタ8aの第1の入射端に光出力とともに、他方のレーザ光を所定の減衰量を有する光導波路13並びに、入射する信号光の偏光面を伝播方向に対して左側に $90^\circ$ だけ回転させる1/2波長板9を介して無偏光ビームスプリッタ8aの第2の入射端に光出力する。前記電圧発生器7及び光移相器4は同時に動作する。ここで、光導波路13は、光分光器11によって分配された2つの第1と第2の信号光の各偏光が無偏光ビームスプリッタ8a内の合波点において等しくなるように所定の減衰量を有し、また、光移相器12の移相量が0であるときに、光分光器11の分波点から光移相器12を介して無偏光ビームスプリッタ8aの合波点までの光路長と、光分光器11の分波点から光導波路13及び1/2波長板9を介して無偏光ビームスプリッタ8aの合波点までの光路長とが等しくなるよう規定される。なお、上記薄膜型光導波路10内の2つの信号光は同一の偏波面を有する。次いで、無偏光ビームスプリッタ8aの第1と第2の入射端に入射した第1と第2の信号光は、各信号光の偏光面が直交するように合波された後、送信光として受信側に光出力される。

[0045] 以上のように構成された第3の実施例の偏光変調器は、第1の実施例と同様に動作する。

[0046] 以上の第3の実施例においては、2つの信号光を処理する各回路を同一の薄膜型光導波路10上に形成しているので、当該偏光変調器全体の構成を簡便化することができる。また、バルク結晶を用いた第1の従来例の光気光学効果偏光変調器3よりも低い電圧電流で所定の移相量を得ることができかつ高速で動作可能な、薄膜型光導波路10内の光移相器12を用いているので、前記電圧発生器7において発生させるべき当該電圧電流を第1の従来例に比較し低くすることができるとともに、実験速度を高速化することができる。さらに、前記電圧電流を低くすることができる、当該偏光変調器50で消費される電力を大幅に削減できる。

(7)

特開平4-249434

II

12

【0047】以上の第3の実施例において、第2の信号光の偏波面の方向を変化させるために1/2波長板9を用いているが、本発明はこれに限らず、1/2波長板9の代わりに例えばパンダ光ファイバーケーブルなどの定価波面光ファイバーケーブルを用いた無偏向ビームスプリッタ8aの第2の入力端においてその偏波面の方向を直角に回転させるように接続してもよい。この場合、薄膜型光導波路1内の光移相器12から出力される第1の信号光は定価波面光ファイバーケーブルを介して無偏向ビームスプリッタ8aの第1の入射端に導き、一方、薄膜型光導波路1内の光導波路13から出力される第2の信号光は別の定価波面光ファイバーケーブルを介して無偏向ビームスプリッタ8aの第2の入射端に導かれる。

【0048】<第4の実施例>図4は、本発明に係る第4の実施例である偏向変調器のブロック図であり、図4において図2と同様のものについては同一の符号を付している。

【0049】この第4の実施例の偏向変調器は、第2の実施例と比較し、無偏向ビームスプリッタ8の代わりに薄膜型光導波路1内の光移相器11を用い、光移相器4a、4bの代わりにそれぞれ薄膜型光導波路1内の光移相器12a、12bを用い、偏向ビームスプリッタ8の代わりに1/2波長板9を無偏向ビームスプリッタ8aを用いることを特徴としている。

【0050】以上のように構成された第4の実施例の偏向変調器は、第2の実施例と同様に動作する。

【0051】以上の第4の実施例においては、2つの信号光を処理する2回路による薄膜型光導波路1上に形成しているので、当該偏向変調器全体の構成を簡単化することができる。また、パルク結晶を用いた第1の従来例の電気光学式偏向変調器3よりも低い制御電圧で所定の移相量を得ることができたがゆえに動作可能的な、薄膜型光導波路1内の光移相器12a、12bを用いているので、制御電圧を薄膜型光導波路7、7bにおいて発生させるべき当該制御電圧を第1の前回路に比較し低くすることができますとともに、変調速度を高速化することができる。

【0052】以上の第4の実施例において、第2の信号光の偏波面の方向を変化させるために1/2波長板9を用いているが、本発明はこれに限らず、1/2波長板9の代わりに例えばパンダ光ファイバーケーブルなどの定価波面光ファイバーケーブルを用いた無偏向ビームスプリッタ8aの第2の入力端においてその偏波面の方向を直角に回転させようには接続してもよい。

【0053】<第5の実施例>図5は、本発明に係る第5の実施例である偏向変調器のブロック図であり、図5において、図1及び図3と同様のものについては同一の符号を付している。

【0054】この第5の実施例の偏向変調器は、第3の実施例と比較し、薄膜型光導波路1内の光導波路13

9の代わりに薄膜型光導波路10内のTE/TMモード変換器14を用いたことを特徴としている。以下、第3の実施例との相違点について詳細に説明する。

【0055】この第5の実施例の偏向変調器において、モード変換器14は光分離器11から分配される第2の信号光の伝播モードをTEモードからTMモードに変換する。すなわち、薄膜型光導波路10内の光分離器11から光移相器12を経る第3の信号光、並びに、光分離器11からモード変換器14に入射する第2の信号光はTEモードで伝播し、一方、モード変換器10から出力される第2の信号光はTMモードで伝播する。従って、無偏向ビームスプリッタ8の第1と第2の入射端に入射する第1と第2の信号光はそれぞれTEモード及びTMモードであって、各信号光の偏波面が直交している。されば、無偏向ビームスプリッタ8aは、第1と第2の信号光を各信号光の偏波面が直交するように合波された後、送信光として受信側に出力される。

【0056】以上のよう構成された第5の実施例の偏向変調器は、第1の実施例及び第3の実施例と同様に動作し、第3の実施例と同様の効果を有する。

【0057】以上の第5の実施例の偏向変調器においては、第3の実施例と比較し、薄膜型光導波路1内の光導波路13と1/2波長板9の代わりにTE/TMモード変換器14を用いているが、本発明はこれに限らず、第4の実施例において1/2波長板9の代わりにTE/TMモード変換器を光移相器12bの後段の薄膜型光導波路10内に設けるものよい。

【0058】<第6の実施例>図6は、本発明に係る第6の実施例である偏向変調器のブロック図であり、図6において、図1と同様のものについては同一の符号を付している。

【0059】この第6の実施例の偏向変調器は、第1の実施例と比較し、光移相器4の代わりに薄膜型光導波路20内に形成された光移相器21を用いているが、本発明はこれに限らず、第2の実施例における光移相器4a、4bの代わりにそれぞれ薄膜型光導波路20内に形成された光移相器21を用いてもよい。

【0060】以上の第6の実施例においては、第1の実施例と比較し、光移相器4の代わりに薄膜型光導波路20内に形成された光移相器21を用いているが、本発明はこれに限らず、第2の実施例における光移相器4a、4bの代わりにそれぞれ薄膜型光導波路20内に形成された光移相器21を用いてもよい。

【0061】<実験例>以上の実施例で用いる薄膜型光導波路の制御電圧と移相量の関係は、例えば、川口ほか「光集積回路型マイクロ光移相器」電子情報通信学会技術報告、QOE89-3-3、1989年6月に実験結果例が報告されており、これによると、πを中心として土π/2の移相量を得るために制御電圧として0.75V

及び2. 25Vが必要であると報告されている。この実験結果から、上記第3と第5と第6の実施例において薄膜型光導波路10内の光移相器12又は21に上記実験で用いた移相器を使用した場合と、約3.3V以下の偏角電圧であって1. 5Vの電圧制限値で右旋又は左旋の円偏波の偏角変調が可能となる。さらに、第4の実施例において薄膜型光導波路10内の光移相器12a, 12bに上記実験で用いた移相器を使用した場合、上記実験結果から偏角電圧として1. 2. 5V及び1. 5. 75Vが必要となり、前者の実施例に比較し、偏角電圧の制御範囲を小さくすることができる。

【0062】また、この種の薄膜型光導波路上に形成された移相器の動作速度として最高2.5Gb/s程度が現状の技術で製作可能であるといわれている。偏角変調器の最高の変調速度はこの移相器の動作速度により決定されることから、上述の第3乃至第6の実施例の構成により、偏角変調器を大幅に高速化することができる。

【0063】

【明細の効果】以上詳説したように本発明に係る請求項1記載の偏角変調器においては、直線偏波の信号光を第1上記第2の信号光と2分岐し、上記分配された第1の信号光を入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させ、上記移相された第1の信号光と上記分配された第2の信号光とを、上記第1と第2の信号光の偏角面が互いに直交するように合成し上記合成した信号光を出力するようとしたので、上記移相させる手段として例えば薄膜型光導波路に形成された光移相器を適用することができる。これによって、当該偏角変調器の動作速度を高速化することができるとともに、上記移相手段に印加する偏角電圧を従来例に比較して低減することができ、これによって、偏角電圧の発生器を含めた当該偏角変調器の全体の消費電力を大幅に低減させることができるとともに、偏角電圧発生器を含めた当該偏角変調器の全体システムを小型化することができるといいう利点がある。

【0064】また、請求項1記載の偏角変調器においては、好ましくは、上記移相させる手段に印加される信号は2倍信号であり、上記移相させる手段は上記第1の信号光と上記2倍信号に応じて+π/2又は-π/2の移相量だけ移相させるととき、円偏波の上記合成した信号光を出力することができるとともに、上記第1の信号光を上記2倍信号に応じてπ又は0の移相量だけ移相させるととき、直線偏波の上記合成した信号光を出力することができる。

【0065】さらに、本発明に係る請求項4記載の偏角変調器においては、直線偏波の信号光を第1と第2の信号光と2分岐した後、上記分配された第1の信号光を入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させ、一方、上記分配された第2の信号光を上記入力される信号に応じて所定の移相量だけ移相させ、次いで、上記移相された第1の信号光と上記移相された上記第2の信号光

10と、上記第1と第2の信号光の偏角面が互いに直交するようになり合成し上記合成した信号光を出力するようしたので、上記2つの移相させる手段としてそれより例えば薄膜型光導波路上に形成された光移相器を適用することができる。これによって、当該偏角変調器の動作速度を高速化することができるとともに、上記2つの移相させる手段に印加する偏角電圧を従来例に比較して低くす

10とが可能である。これによって、当該偏角変調器の全体の消費電力を大幅に低減させることができる。また、上記第1と第2の信号光を上記2倍信号を含めた当該偏角変調器の全体の消費電力を含めた当該偏角変調器の全体の消費電力を大幅に低減させることができる。

【0066】またさらに、請求項5記載の偏角変調器において、好ましくは、上記2つの移相させる手段に印加される信号は2倍信号であり、上記一方の移相させる手段は上記第1の信号光を上記2倍信号に応じて+π/4又は-π/4の移相量だけ移相させ、上記一方の移相させる手段は上記第2の信号光を上記2倍信号に応じて-π/4又は+π/4の移相量だけ移相させ、円偏波の上記合成した信号光を出力することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る第1の実施例である偏角変調器のブロック図である。

【図2】 本発明に係る第2の実施例である偏角変調器のブロック図である。

【図3】 本発明に係る第3の実施例である偏角変調器のブロック図である。

【図4】 本発明に係る第4の実施例である偏角変調器のブロック図である。

【図5】 本発明に係る第5の実施例である偏角変調器のブロック図である。

【図6】 本発明に係る第6の実施例である偏角変調器のブロック図である。

【図7】 バルク型結晶電気光学効果偏角変調器を用いた第1の実施例の偏角変調器のブロック図である。

【図8】 注入同期型レーザダイオードを用いた第2の実施例の偏波多重光送信装置のブロック図である。

【図9】 上記各実施例の偏角変調器から出力される右旋偏波の光信号の偏波を示す、光出力端の断面における模式断面図である。

【図10】 上記各実施例の偏角変調器から出力される左旋偏波の光信号の偏波を示す、光出力端の断面における模式断面図である。

【図11】 上記各実施例において直交する光信号の位相差が0であるときに偏角変調器から出される直線偏波の偏波面を示す、光出力端の断面における模式断面図である。

【図12】 上記各実施例において直交する光信号の位相差がπであるときに偏角変調器から出される直線偏波の偏波面を示す、光出力端の断面における模式断面図である。

(9)

特開平4-249434

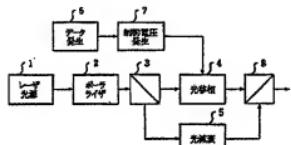
15

## 【符号の説明】

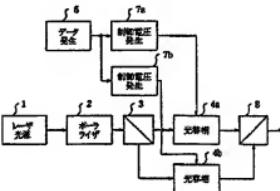
1…レーザ光源、2…ポーラライザ、3, 8a…無偏向  
ビームスプリッタ、4, 4a, 4b, 12, 12a, 1  
2b, 21…光移相器、5…光減衰器、6…データ発生

器、7, 7a, 7b…制御電圧発生器、8…偏向ビーム  
スプリッタ、9…1/2波長板、10, 20…偏振型光  
導波路、11…光分光器、13…光導波路、14…TE  
/TMモード変換器。

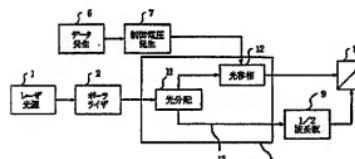
【図1】



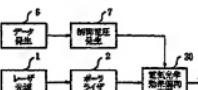
【図2】



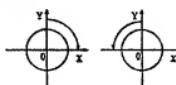
【図3】



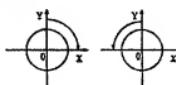
【図7】



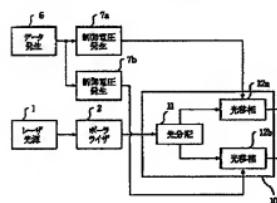
【図9】



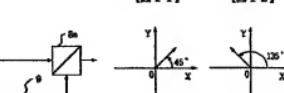
【図10】



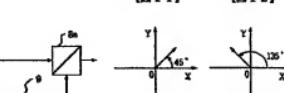
【図4】



【図11】



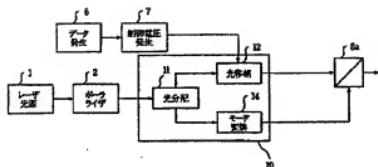
【図12】



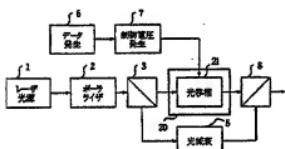
(10)

樂譜平4-249434

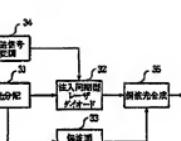
【四六】



(图6)



(四八)



## フロントページの書き

(72) 光明者 飯冢 啓吾  
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5  
番地 株式会社エイ・ティ・アール光電波  
通信研究所内

(72) 完明者 神谷 嘉明  
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5  
番地 株式会社エイ・ティ・アール光電波  
通信研究所内

(72) 発明者 通情料理事務所  
藤瀬 翁行 京都府相楽郡精華町大字乾谷小学三平谷 5  
番地 株式会社エイ・ティ・アール光電波  
通信研究所内

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-249434  
 (43)Date of publication of application : 04.09.1992

(51)Int.Cl.

 H04B 10/04  
 602F 1/01  
 602F 2/00  
 H04B 10/06

(21)Application number : 03-015364

(22)Date of filing : 06.02.1991

(71)Applicant :

A T R KOUDENPA TSUSHIN KENKYUSHO KK

(72)Inventor :

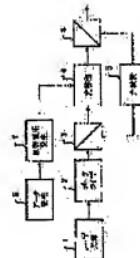
 NOHARA MITSUO  
 IZUKA KEIGO  
 KAMIYA YOSHIAKI  
 FUJISE MASAYUKI

## (54) DEFLECTION MODULATOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To speed up operation of a deflection modulator by splitting a linearly polarized signal beam into two signal beams, by phase-shifting one signal beam, and by composing two split signal beams so that their polarized wave surfaces perpendicularly intersect.

CONSTITUTION: Laser beam to be output from a laser beam source 1 for transmission is converted to linear polarization by a polarizer 2, and enters a no-deflection beam splitter 3. The splitter 3 splits the laser beam into two waves without polarizing the laser beam; one laser wave is output to a beam phase shifter 4, and the other laser wave is made to enter a deflection beam splitter 8 via a beam attenuator 5. Further, a data generator 6 generates a digital data signal that should be transmitted to the receiving side, and outputs it to a control voltage generator 7, while the generator 7 shifts the phase of a linearly polarized signal beam to be input in accordance with the digital data signal by a predetermined amount, and inputs the signal beam to the splitter 8. Here, two signal beams input to the splitter 8 are composed so that their polarized wave surfaces can perpendicularly intersect, whereby the signal beam composed for linear polarization can be operated at high speed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]